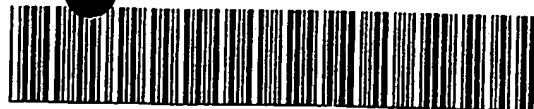


PCT
WELTORGANISATION FÜR GEI
Internationales B
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLI
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEI



WO 9608337A1

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B23K 1/20, H05K 3/34</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/08337 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. März 1996 (21.03.96)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/01209 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. September 1995 (04.09.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 32 774.9 15. September 1994 (15.09.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZAKEL, Elke [DE/DE]; Buggstrasse 5, D-12163 Berlin (DE). (74) Anwalt: TAPPE, Hartmut; Jaeger, Böck & Köster, Egloffste- instrasse 7, D-97072 Würzburg (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>
<p>(54) Title: METHOD OF APPLYING SOLDER TO CONNECTION SURFACES, AND METHOD OF PRODUCING A SOLDER ALLOY</p>		
<p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BELOTUNG VON ANSCHLUSSFLÄCHEN, SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER LOTLEGIERUNG</p>		
<p>(57) Abstract</p>		
<p>Described is a method of applying molten solder to connection surfaces on a substrate, the method including the following steps: the substrate, which has a surface which can be wetted with solder or which has at least one area which can be wetted while the rest cannot, is immersed in an organic liquid medium whose boiling point is the same as or above the melting point of the solder; solder is applied to the surface or the area on the substrate where a terminal is to be formed to produce a solder bump, the quantity of solder to be placed on the connection surface being in the liquid medium at least at the moment when it makes contact with the surface and the temperature of the liquid medium being at or above the melting point of the solder.</p>		
<p>(57) Zusammenfassung</p>		
<p>Verfahren zur Belotung von Anschlußflächen eines Substrats mit schmelzflüssigem Lot mit den Verfahrensschritten: Einbringung des mit einer mit Lot benetzbaren Oberfläche oder mit einer mindestens einer benetzbaren Teilfläche einer ansonsten nicht-benetzbaren Oberfläche versehenen Substrats in ein flüssiges, organisches Medium, dessen Siedetemperatur gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes liegt; Aufbringen des Lotes auf die als Oberfläche oder Teilfläche ausgebildete Anschlußfläche zur Ausbildung eines Lotbumps, wobei sich die der Anschlußfläche zugeordnete Lotmenge zumindest im Zeitpunkt der Benetzung innerhalb des Mediums befindet, und die Temperatur des Mediums gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes liegt.</p>		

BEST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

5 VERFAHREN ZUR BELOTUNG VON ANSCHLUßFLÄCHEN, SOWIE VERFAHREN
 ZUR HERSTELLUNG EINER LOTLEGIERUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Belotung von Anschlußflächen eines Substrats mit schmelzflüssigem Lot, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Lotlegierung aus
10 mindestens zwei Lotkomponenten.

An die Qualität und Zuverlässigkeit von Lotverbindungen werden nicht zuletzt wegen der zunehmenden Miniaturisierung von elektronischen Bauteilen und der immer höheren Integrationsdichten von ICs ständig steigende Anforderungen gestellt. Die Erfüllung dieser Anforderungen mit den bekannten, industriell anwendbaren Techniken setzt einen erheblichen Aufwand voraus, der sich in entsprechender Weise bei den Herstellungskosten bemerkbar macht. Eine weite Verbreitung hat mittlerweile die Lotpastentechnologie in Verbindung mit dem Reflow-Verfahren
15 gefunden. Dabei wird in einem ersten Verfahren pastöses Lotmaterial auf die Anschlußflächen aufgebracht und in einem zweiten Verfahren die für die Lötreaktion erforderliche Wärme eingebracht. In der Praxis erweist es sich dabei häufig als ein großes Problem, die für das Reflow-Verfahren benötigte
20 Wärmemenge so gezielt und dosiert einzubringen, daß einerseits ein Löttauftrag mit einem möglichst homogenen Gefüge ausgebildet wird, andererseits das Entstehen irreparabler Schäden innerhalb der elektronischen Bauteile durch Überhitzung vermieden wird.

30 Darüber hinaus ist es bei dem bekannten Reflow-Verfahren je nach Höhe der Qualitätsanforderungen, die an eine Lotverbin-

dung gestellt werden, notwendig, das Verfahren in einer inerten Atmosphäre durchzuführen, was dazu führt, daß allein die Kosten, die mit der Bereitstellung entsprechender Betriebseinrichtungen verbunden sind, extrem hoch sind.

- 5 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, das die Erzeugung qualitativ hochwertiger und zuverlässiger Lötverbindungen mit einem wesentlich geringeren gerätetechnischen Aufwand und einer geringeren Anzahl von Verfahrensschritten ermöglicht und somit eine wesentlich kostengünstigere Herstellung von entsprechenden elektronischen Bauteilen erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

- Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die selektive Belotung von Anschlußflächen eines Substrats in einer durch ein flüssiges, organisches Medium gebildeten Umgebung. Das Substrat kann als beliebiges, mit einer oder mehreren Anschlußflächen versehenes Trägermaterial ausgebildet sein, wie zum Beispiel Wafer, Leiterplatten, Keramiksubstrate, u.s.w..
- 20 Sowohl der Lotauftrag als auch die Vergütung des Lotauftrags, die ansonsten mit dem bekannten Reflow-Verfahren in einem nachgeordneten Verfahren erreicht wird, erfolgt in einem einzigen Verfahren. Hierbei macht man sich zum einen die vorteilhaften Wirkungen des flüssigen, organischen Mediums zunutze, das, wie sich in Versuchen herausgestellt hat, sowohl reduzierend auf die zu benetzende Oberfläche wirkt, als auch die Benetzungsfähigkeit des Lotmaterials erhöht. Zum anderen ermöglicht die Temperierung des Lotmaterials über das flüssige, organische Medium einen gleichmäßigen, gut regelbaren Wärmeeintrag in das Lotmaterial. Das Ergebnis ist ein im wesentlichen homogener Gefügebau im Lotauftrag und eine exakt einstellbare Diffusionstiefe zwischen dem Lotauftrag und der Anschlußfläche, um eine Lötverbindung mit den gewünschten Eigenschaften zu erreichen.
- 35 Im Vergleich zu den bekannten Verfahren, die neben der verfahrenstechnischen Aufteilung in ein Lötpastenauftrag und in ein

anschließendes Reflow-Verfahren eine insbesondere in geräte-
technischer Hinsicht komplex aufgebaute Erwärmungseinrichtung
zur Regelung der Temperatur während des Reflow-Verfahrens
benötigen, kann der Wärmeeintrag beim erfindungsgemäßen Ver-
fahren neben der Temperierung des Mediums auf einfache Art und
Weise durch die Verweilzeit im Medium bestimmt werden. Dabei
ist es auch möglich, Überhitzungseffekte dadurch zu vermeiden,
daß die Verweildauer in mehrere Phasen aufgeteilt wird, zwi-
schen denen eine Trennung des Mediums von der mit dem Lotauf-
trag versehenen Anschlußfläche erfolgt. Hierdurch wird es auch
möglich, unterschiedliche Materialien als Lotschichten auf-
einander abzuscheiden und geschichtete Lotbumps aufzubauen.
Neben der genau einstellbaren, und damit verbesserten
Lötverbindungsqualität ermöglicht somit das erfindungsgemäße
Verfahren die Durchführung von Belotungen mit einem wesentlich
geringeren gerätetechnischen Aufwand.

Die selektive Belotung wird bei dem erfindungsgemäßen Verfah-
ren dadurch ermöglicht, daß die Oberfläche des Substrats in
benetzbare und nicht-benetzbare Teilflächen unterteilt ist,
wodurch eine Haftung des Lotmaterials nur auf den benetzbaren
Flächen erfolgt und ansonsten das Lotmaterial im Medium von
den nicht-benetzbaren Teilflächen abperlt. Die jeweilige Be-
netzungsfähigkeit der Teilflächen läßt sich etwa durch eine
entsprechende Oberflächengestaltung einstellen. Beispielsweise
kann eine Differenzierung zwischen benetzbaren und nicht-be-
netzbaren Teilflächen durch einen Lötstoplackauftrag auf die
Substratoberfläche unter Freilassung von benetzbaren, metalli-
schen Teiloberflächen erreicht werden. Darüber hinaus stehen
dem Fachmann zur Erreichung einer derartigen Differenzierung
zwischen benetzbaren und nicht-benetzbaren Teilflächen eine
Vielzahl von bekannten Möglichkeiten, wie beispielsweise auch
der Maskenauftrag einer Passivierung, zur Verfügung. Hervorzu-
heben ist in jedem Fall, daß eine insgesamt maskenartige Ge-
staltung der Substratoberfläche mit sogenannter "Näpfchen-
bildung", bei der im Bereich der Anschlußflächen diskrete Ver-
tiefungen zur Aufnahme des Lotmaterials geschaffen werden, zur
Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht notwendig
ist. Vielmehr macht man sich bei dem erfindungsgemäßen Verfah-

ren zunutze, daß sich bei der Benetzung der benetzbaren Teilflächen mit Lotmaterial im Medium aufgrund der Oberflächenspannung des Lotmaterials meniskusartige Erhöhungen ausbilden, die eine Vertiefung in der Substratoberfläche überflüssig
5 machen.

Bei einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Ausbildung des Lotbumps das Lot als Lotsumpf in einem aus dem Medium gebildeten Bad bereitgestellt. Das Aufbringen des Lots auf die Anschlußflächen erfolgt dabei
10 durch ein zumindest teilweises Versenken des Substrats in den Lötsumpf und ein anschließendes Herausheben des Substrats aus dem Lötsumpf. Dabei erfolgt, wie vorstehend bereits erläutert, eine Benetzung der benetzbaren Anschlußflächen, wobei das Lotmaterial von den übrigen nicht-benetzbaren Flächenbereichen
15 der Substratoberfläche beim Entfernen des Substrats aus dem Lotsumpf abperlt. Aufgrund der sich bei der Benetzung der benetzbaren Anschlußflächen ausbildenden Haftkräfte zwischen dem Lot und den Anschlußflächen kann diese Verfahrensvariante mit beliebig orientierten Anschlußflächen, beispielsweise nach
20 oben oder nach unten gerichteten Anschlußflächen, durchgeführt werden. Diese Verfahrensvariante erfordert aufgrund der Kombination eines Mediumbades mit darin enthaltenem Lötsumpf nur einen minimalen Aufwand in gerätetechnischer Hinsicht.

Als vorteilhaft erweist sich auch eine Verfahrensvariante, bei
25 der das Lot als Lotschicht auf einem Lotsieb innerhalb des Mediums und oberhalb des Substrats angeordnet ist. Bei dieser Anordnung erfolgt das Aufbringen des Lots auf die Anschlußflächen durch einen aus Lotpartikeln gebildeten Siebaustrag sedimentartig. Dabei ermöglicht die sedimentartige Abscheidung der
30 Lotpartikel auf den Anschlußflächen auch eine Benetzung von unregelmäßigen, zerklüfteten Oberflächen insbesondere in Vertiefungen der Oberfläche.

Als besonders vorteilhaft bei der selektiven Belotung erweist es sich, wenn das Lot als Lotsäule in einer von einem Lotreservoir gespeisten Kapillare innerhalb des Mediums angeordnet
35 ist, und das Aufbringen des Lots auf die Anschlußflächen durch

einen am Kapillarenaustritt gebildeten Meniskus erfolgt. Bei dieser Art der Belotung der Anschlußflächen ist es möglich, durch Regelung des vom Lotreservoir auf die Lotsäule ausgeübten Drucks die Größe des Meniskus zu bestimmen und somit die Größe des Lotauftrags auf den Anschlußflächen. Bei einer gesteuerten Relativbewegung zwischen der Kapillare und der Substratoberfläche läßt sich die Kapillare als "Lotgriffel" verwenden, wodurch es möglich wird, Lotbumps an beliebigen, diskreten Stellen auf der Substratoberfläche auszubilden. Dieses "Lotgriffel"-Verfahren wird besonders einfach realisierbar, wenn das Substrat in einer Ebene quer zur Kapillarenachse bewegt wird.

Eine weitere Lösung der genannten Aufgabenstellung wird durch ein weiteres Verfahren möglich, das eine Alternative zu dem vorstehend erläuterten Verfahren ist. Wie das vorstehend beschriebene Verfahren, macht auch die im folgenden beschriebene Verfahrensalternative von den vorteilhaften Wirkungen Gebrauch, die sich bei Verwendung eines flüssigen, organischen Mediums als Belotungsumgebung ergeben.

Bei dem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt im Unterschied zu dem vorstehend beschriebenen Verfahren die Aufbringung eines die Substratfläche im wesentlichen abdeckenden Löt-auftrags vor der Einbringung des Substrats in das flüssige organische Medium. Die Einbringung des Substrats erfolgt dann zusammen mit dem Löttauftrag in das Medium, dessen Siedetemperatur oberhalb der Schmelztemperatur des Lotauftrags liegt und das zumindest zeitweise auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur des Lotauftrags aufgeheizt wird.

Die vorgenannte, erfindungsgemäße Verfahrensalternative bietet die Möglichkeit, als Lotauftrag standardmäßige Lotmaterialien, wie beispielsweise eine Lotpartikelschicht, die vor Einbringung des Substrats in das Medium im wesentlichen flächen-deckend auf die Substratoberfläche aufgetragen wird oder eine Lotfolie zu verwenden.

Neben den vorgenannten, erfindungsgemäßen Verfahrensalternativen läßt sich das erfindungsgemäße Prinzip, bei der Verarbei-

tung von Lotmaterial ein flüssiges, organisches Medium, als Lotumgebung zu verwenden, auch beim Erschmelzen von Lotlegierungen anwenden.

Unter Anwendung des erfindungsgemäßen Grundprinzips ist es
5 möglich, eine Lotlegierung aus mindestens zwei Lotkomponenten herzustellen, die in ihrer Zusammensetzung genau einstellbar ist. Hierbei erfolgt die Temperierung eines Bades aus dem organischen Medium, dessen Siedetemperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Lotkomponenten liegt, auf eine Temperatur, die
10 gleich oder größer der Schmelztemperatur der höchstschmelzenden Lotkomponente ist. Die Einbringung der Lotkomponenten in das Medium kann in festem bis schmelzflüssigem Zustand erfolgen.

Wie bei den vorstehend erläuterten, erfindungsgemäßen Belotungs-
15 tungsverfahren wird durch das Medium auf einfache Art und Weise eine inerte Umgebung geschaffen, die ein Umschmelzen der Lotkomponenten zu einer Legierung in einer reduzierenden Umgebung ermöglicht. Dabei erfolgt der zum Umschmelzen erforderliche Wärmeeintrag über das Medium. Die Zusammensetzung derartig
20 erschmolzener Legierungen stimmt exakt mit der Zusammensetzung des in das Mediumbad eingegeben Lotmaterials überein.

Abweichend von den herkömmlichen Legierungsverfahren, wie den galvanischen Verfahren, dem Aufdampfen oder Sputtern ist die
endgültige Zusammensetzung der Lötbumps nicht von sich ändernden
25 Konvektionsverhältnissen oder unterschiedlichen lokalen Stromdichten abhängig.

Das erfindungsgemäße Umschmelzverfahren ermöglicht somit auf einfache Art und Weise die Ausbildung von binären, ternären oder komplexeren, insbesondere bleifreien Lotlegierungen, die
30 in ihrer Zusammensetzung genau einstellbar sind. Insbesondere bei Temperierung des Mediums auf Siedetemperatur ist sichergestellt, daß im Bad eine homogene Temperaturverteilung herrscht, die zur Ausbildung eines entsprechend feinkörnigen, homogenen Gefüges der Lotlegierung führt. Dabei ist die Siedetemperatur des Bades sehr sicher dadurch einstellbar, daß dem
35 Bad dauernd Energie zugeführt wird, so daß durch eine statio-

näre Verdampfung des Mediums ein selbstbegrenzendes System eingestellt wird.

Unabhängig davon, ob das das den Erfindungen zugrundeliegende, gemeinsame Lösungsprinzip, nämlich die Verwendung eines organischen, flüssigen Mediums als Lotumgebung bei der Lotverarbeitung, bei den Belotungsverfahren oder dem vorstehend genannten Umschmelzverfahren Anwendung findet, hat sich in Versuchen besonders die Verwendung von Glyzerin als Medium als vorteilhaft erwiesen. Bei weiteren Versuchen hat die Verarbeitung oder Erzeugung von Zinn-Blei-Lotlegierungen oder Gold-Zinn-Lotlegierungen in Glyzerin als Medium zu besonders guten Ergebnissen geführt. Dies betrifft sowohl eutektische als auch nah-eutektische Legierungen mit einer Schmelztemperatur zwischen 183° Celsius und 290° Celsius, wobei Glyzerin eine Siedetemperatur von ca. 290° Celsius aufweist. Als Medium sind auch andere, flüssige organische Substanzen, wie Mineralöl oder Paraffin einsetzbar. Entscheidend für die Verwendung einer bestimmten Substanz als Medium ist die Tatsache, daß die Löttemperatur des Mediums gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des höchstschmelzenden Lotbestandteils ist. Dementsprechend ist es besonders vorteilhaft, die Paarung von Lotbestandteilen und Medium entsprechend aufeinander abzustimmen.

Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Verfahren zur Belotung von Anschlußflächen anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a - 1c eine erste Verfahrensvariante zur Belotung von Substrat-Anschlußflächen;

Fig. 2a - 2c eine zweite Verfahrensvariante zur Belotung von Substrat-Anschlußflächen;

30 Fig. 3a - 3c eine dritte Verfahrensvariante zur Belotung von Substrat-Anschlußflächen;

Fig. 4a - 4b eine vierte Verfahrensvariante zur Belotung von Substrat-Anschlußflächen;

Fig. 5a - 5b eine fünfte Verfahrensvariante zur Belotung von

Substrat-Anschlußflächen;

Fig. 6 eine mit der vierten Verfahrensvariante hergestellte Lotbump-Verteilung auf einer Substratoberfläche;

Fig. 7 eine Querschnittsdarstellung eines Lotbumps der in Fig. 5 6 dargestellten Lotbump-Verteilung.

Fig. 1a - 1c zeigt in einer beispielhaften Darstellung eine erste Verfahrensvariante, bei der ein Lotsumpf in aus einer Zinn-Blei(SnPb)-Legierung in einem Bad 11 aus Glyzerin angeordnet ist. Oberhalb des Lotsumpfs befindet sich im Bad 11 ein
10 Substrat 12, dessen Oberfläche mit einer Vielzahl von benetzbaren Flächen, die im folgenden als Pads 13 bezeichnet werden sollen, versehen ist (Fig. 1a). Das Bad 11 ist auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes, die im vorliegenden Fall etwa 183° Celsius beträgt, aufgeheizt.

15 Zur Benetzung der Pads 13 wird das Substrat 12 im Lotsumpf 10 versenkt (Fig. 1b) und anschließend wieder aus dem Lotsumpf 10 herausgehoben (Fig. 1c).

Die Darstellung gemäß Fig. 1c zeigt deutlich, daß nach dem Herausheben des Substrats 12 aus dem Lotsumpf 10 nur auf den
20 Pads 13 ein Lotauftrag zur Ausbildung von Lotbumps 14 verbleibt und von den übrigen Oberflächenbereichen des Substrats 12 das Lot abgeperlt und in den Lotsumpf 10 zurückgelangt ist.

Die Lotbumps 14 weisen eine gleichmäßige Größe und Form auf, die nach Art eines Flüssigkeits-Meniskus ausgebildet ist und
25 im wesentlichen durch die Viskosität des schmelzflüssigen Lotmaterials und dessen Haftung auf den Pads 13 bestimmt ist.

Neben der genannten Zinn-Blei-Legierung sind als weitere Beispiele für mögliche Lotlegierungen Gold-Zinn-, Indium-Zinn-, Indium-Blei-, Zinn-Silber-Legierungen oder chemisch reine
30 Lote, wie Zinn oder Indium, bei dieser sowie den nachfolgend beschriebenen Verfahrensvarianten verwendbar.

Die zweite, in den Fig. 2a bis 2c dargestellte Verfahrensvariante weist gegenüber der ersten, in den Fig. 1a bis 1c darge-

stellten Verfahrensvariante lediglich den Unterschied auf, daß das Substrat 12 mit nach unten gerichteten Pads 13 in den Lotsumpf 10 versenkt wird. Die hinsichtlich der Ausbildung der entstehenden Lotbumps 14 erzielten Resultate stimmen im wesentlichen mit den bei Anwendung der ersten Verfahrensvariante erzielten Resultate überein.

Die Fig. 3a bis 3c zeigen eine weitere mögliche, dritte Verfahrensvariante, bei der in dem auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur des höchstschmelzenden Lotbestandteils temperierten Bad 11 auf einem Lotsieb 15 eine Lotschicht 16 angeordnet ist. Durch einen hier nicht näher dargestellten Druckstempel oder einfach durch Schwerkrafteinfluß gelangt ein aus Lotpartikeln 17 gebildeter Siebaustrag durch das Bad 11 auf die Oberfläche eines unterhalb des Lotsiebs 15 im Bad 11 angeordneten Substrats 12 (Fig.3b). Während der aus den Lotpartikeln 17 gebildete Siebaustrag sich durch das Medium auf das Substrat 12 zubewegt, kann dieses in Gegenrichtung bewegt werden oder an Ort und Stelle im Bad 11 verbleiben. In jedem Fall bildet sich durch sedimentartige Ablagerungen der Lotpartikel 17 auf den Pads 13 ein die Lotbumps 14 bildender Lotauftrag aus.

Wenn das Substrat 12 während der Abwärtsbewegung des Siebaustrags nach oben bewegt wird, erfolgt von vornherein eine Abscheidung der Lotpartikel 17 nur im Bereich der Pads 13, wohingegen in den übrigen Bereichen die Lotpartikel 17 quasi von der Oberfläche des Substrats 12 heruntergespült werden. Wenn das Substrat 12 während der Abwärtsbewegung der Lotpartikel 17 am Boden 18 des Bades 11 verbleibt, bildet sich eine nicht näher dargestellte Schicht aus Lotpartikeln 17 über die gesamte Oberfläche des Substrats 12 aus, wobei eine Ausbildung der Lotbumps 14 nur auf den Pads 13 erfolgt und in den übrigen Oberflächenbereichen die Lotpartikelschicht bei einer Aufwärtsbewegung des Substrats 12 im Bad 11 abgespült werden. In jedem Fall ist das Ergebnis wieder die Ausbildung von meniskusförmigen Lotbumps 14.

Die Fig. 4a und 4b zeigen schließlich eine vierte Variante zur

Belotung von Substrat-Anschlußflächen, bei der das Lotmaterial als Lotsäule 19 in einer Kapillare 20 im Bad 11 angeordnet ist. Die Kapillare 20 befindet sich in Fluidverbindung mit einem Lotreservoir 21, dessen Pegel 22 zur Einstellung des

5 Kapillarendrucks veränderbar ist. Je nach Höhe des Kapillarendrucks und der Größe des Kapillarenquerschnitts am Kapillarenaustritt 23 bildet sich dort ein Flüssigkeits-Meniskus 24 aus.

Oberhalb des Kapillarenaustritts 23 befindet sich im temperierten Bad 11 das Substrat 12 mit dem Kapillarenaustritt 23

10 zugewandten Pads 13. Das Substrat 12 wird von einer in einer Ebene quer zur Längserstreckung der Kapillare 20 und in Längserstreckung der Kapillare 20 bewegbaren Substrathalterung 25 im Bad 11 positioniert. Zur Ausbildung von Lotbumps 14 wird das Substrat 12 mit den Pads 13 mittels der Substrathalterung

15 25 so an dem am Kapillarenaustritt 23 ausgebildeten Flüssigkeitsmeniskus 24 vorbeibewegt, daß sich eine Benetzung der Pads 13 ergibt.

Wenn die Oberfläche des Substrats 12 ausschließlich der Pads 13 mit einer nicht-benetzbaren Beschichtung oder dergleichen

20 versehen ist, kann das Substrat 12 zur Ausbildung der Lotbumps 14 einfach linear am Flüssigkeitsmeniskus 24 vorbeibewegt werden, wobei eine Benetzung nur auf den benetzbaren Pads 13 erfolgt. Dabei wird der Pegel 22 des Lotreservoirs 21 so nachge-regelt, daß am Kapillarenaustritt 23 für jedes Pad 13 der ge-

25 wünschte Flüssigkeitsmeniskus 24 zur Verfügung steht.

Das in den Fig. 4a und 4b dargestellte Verfahren bietet darüber hinaus den Vorteil, daß eine selektive Belotung bestimmter Pads 13 erfolgen kann, indem der linearen, quer zur Längs-erstreckung der Kapillare 20 gerichteten Bewegung der Sub-

30 strathalterung 25 eine Hubbewegung überlagert wird, derart, daß nur eine Benetzung ausgewählter Pads 13 durch den Flächenmeniskus 24 erfolgt. Die in den Fig. 4a bis 4b dargestellte Kapillare 20 ermöglicht somit eine Art "Lotgriffel-funktion".

35 Die Fig. 5a und 5b zeigen schließlich eine Verfahrensvariante zur Belotung von Substrat-Anschlußflächen, bei der bereits vor

Einbringung des Substrats 12 in das Bad 11 eine im wesentlichen die gesamte Substratoberfläche abdeckende Belegung mit festen Lotpartikeln 26 erfolgt.

Nach Belegung der Oberfläche des Substrats 12 wird dieses zusammen mit den darauf angeordneten Lotpartikeln 26 in das temperierte Bad 11 eingetaucht und verweilt dort, bis sich durch einen sogenannten "Lot-Reflow" im Bereich der Pads 13 Lotbumps 14 ausbilden, während gleichzeitig in den übrigen Oberflächenbereichen des Substrats 12 ein Abperlen der geschmolzenen Lotpartikel erfolgt, die sich am Boden 18 des Bads 11 sammeln.

Fig. 6 zeigt in einer Draufsicht die Oberfläche eines Substrats 12 mit einer Lotbump Verteilung 27 aus einzelnen, meniskusartigen Lotbumps 14, die durch Benetzung auf den hier nicht näher dargestellten, bei diesem Beispiel kreisrund gestalteten Pads ausgebildet sind.

Wie die Querschnittsdarstellung von Fig. 7 deutlich macht, sind die Lotbumps 14 kappenartig auf den Pads 13 ausgebildet. Die hier dargestellte Schnittdarstellung zeigt beispielhaft einen Lotbump 14 aus einer Zinn-Blei-Legierung (SnPb 63/37) auf einem Pad 13 aus Nickel. Bei diesem Beispiel besteht das Substrat aus einem Halbleiter und die Pads aus autokatalytisch abgeschiedenem Nickel.

An der Darstellung gemäß Fig. 6, die wie Fig. 7 eine Elektronenmikroskopaufnahme wiedergibt, fällt besonders auf, daß die im Benetzungsverfahren in einer Umgebung aus einem organischen, flüssigen Medium, in diesem Fall Glyzerin, auf die Pads 13 aufgetragenen Lotbumps 14 besonders gleichmäßig ausgebildet sind.

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zur Belotung von Anschlußflächen (13) eines Substrats (12) mit schmelzflüssigem Lot mit den Verfahrensschritten:
- Einbringung des mit einer mit Lot benetzbaren Oberfläche (13) oder mit einer mindestens einer benetzbaren
10 Teilfläche einer ansonsten nicht-benetzbaren Oberfläche versehenen Substrats (12) in ein flüssiges, organisches Medium, dessen Siedetemperatur gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des Lotes liegt;
- Aufbringen des Lotes auf die als Oberfläche oder Teil-
15 fläche ausgebildete Anschlußfläche (13) zur Ausbildung eines Lotbumps (14), wobei sich die der Anschlußfläche zugeordnete Lotmenge zumindest im Zeitpunkt der Benetzung innerhalb des Mediums befindet, und die Temperatur des Mediums gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des
20 Lotes liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Lot als Lotsumpf (10) in einem aus dem Medium gebildeten Bad (11) enthalten ist, und das Aufbringen des
25 Lotes auf die Anschlußfläche(n) durch ein zumindest teilweises Versenken des Substrats (12) in den Lotsumpf (10) und ein anschließendes Entfernen des Substrats (12) aus dem Lotsumpf (10) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1,

13

dadurch gekennzeichnet,
daß das Lot als Lotschicht (16) auf einem Lotsieb (15)
innerhalb des Mediums und oberhalb des Substrats (12) an-
geordnet ist, und das Aufbringen des Lots auf die An-
5 schlußfläche(n) durch ein aus Lotpartikeln (17) gebilde-
ten Siebaustrag sedimentartig erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,
daß das Lot als Lotsäule (19) in einer von einem Lotre-
10 servoir (21) gespeisten Kapillare (20) innerhalb des
Mediums angeordnet ist, und das Aufbringen des Lots auf
die Anschlußfläche(n) durch einen am Kapillarenaustritt
(23) gebildeten Flüssigkeitsmeniskus (24) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

15 dadurch gekennzeichnet,
daß zur Belotung mehrerer Anschlußflächen (13) eines Sub-
strats (12) mit einer Kapillare (20) das Substrat (12) in
einer Ebene quer zur Längserstreckung der Kapillare (20)
bewegt wird.

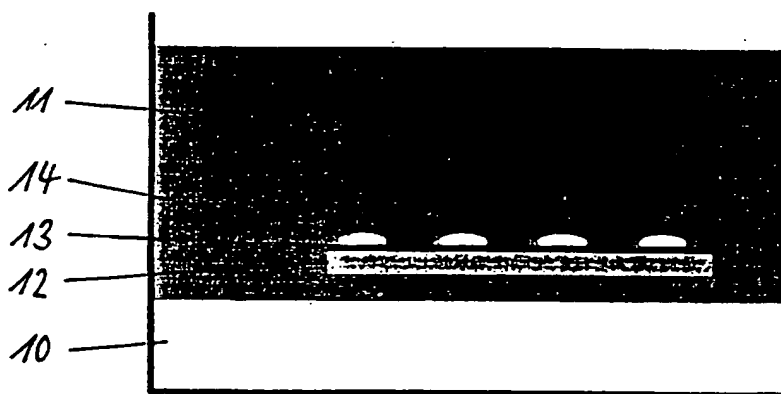
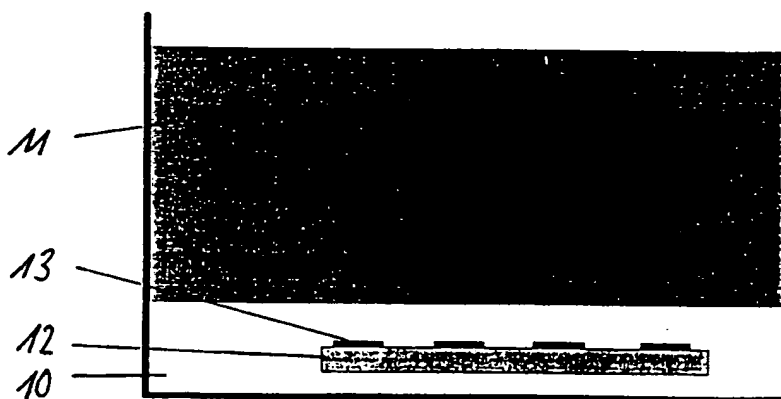
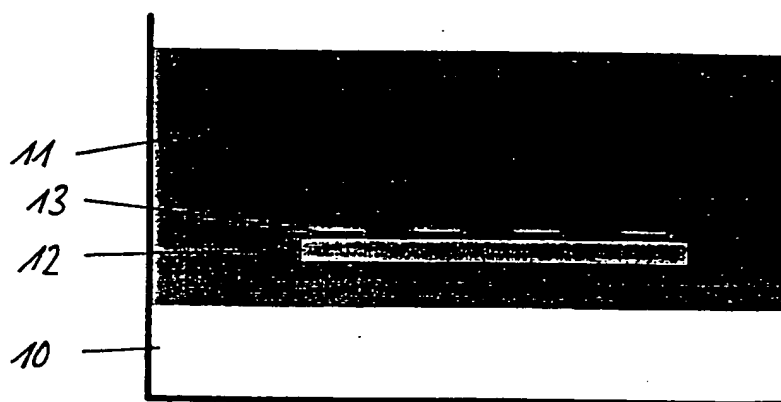
20 6. Verfahren zur Belotung von Anschlußflächen (13) eines Sub-
strats (12) mit schmelzflüssigem Lot mit den Verfahrensschritte:

- Aufbringung eines die Substratfläche im wesentlichen abdeckenden Lotauftrags;
 - 25 - Einbringung des Substrats (12) zusammen mit dem Lotauftrag in ein flüssiges, organisches Medium, dessen Siedetemperatur gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des Lotauftrags liegt, wobei eine Temperierung des Mediums auf eine Temperatur gleich oder oberhalb der Schmelztemperatur des Lotauftrags erfolgt.
- 30

7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Lotauftrag als Schicht aus festen Lotpartikeln
(26) ausgebildet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Lotauftrag als Lotfolie ausgebildet ist.
9. Verfahren zur Herstellung einer Lotlegierung aus mindestens
5 zwei Lotkomponenten mit den Verfahrensschritten:
- Temperierung eines Bades aus einem organischen Medium,
dessen Siedetemperatur gleich oder oberhalb der Schmelz-
temperatur der höchstschmelzenden Lotkomponente liegt,
auf eine Temperatur gleich oder oberhalb dieser Lot-
10 schmelztemperatur;
 - Einbringung der Lotkomponenten in festem bis schmelz-
flüssigem Zustand in das Medium zur Ausbildung der Legie-
rung.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß das Medium zumindest während der Legierungsbildung
auf Siedetemperatur gehalten wird.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden An-
sprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß als Medium Glyzerin verwendet wird.



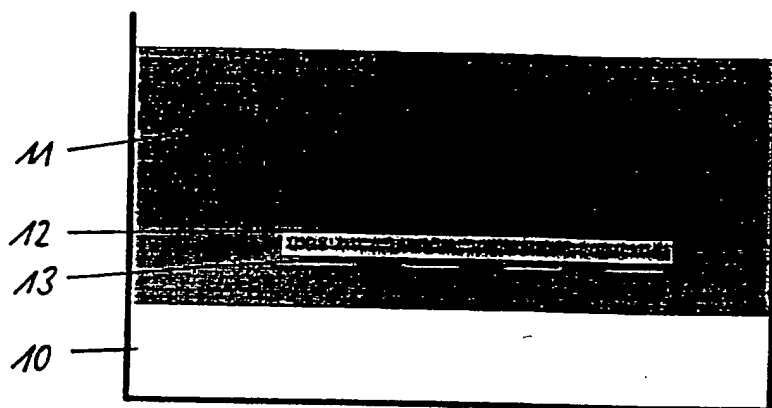


FIG. 2a

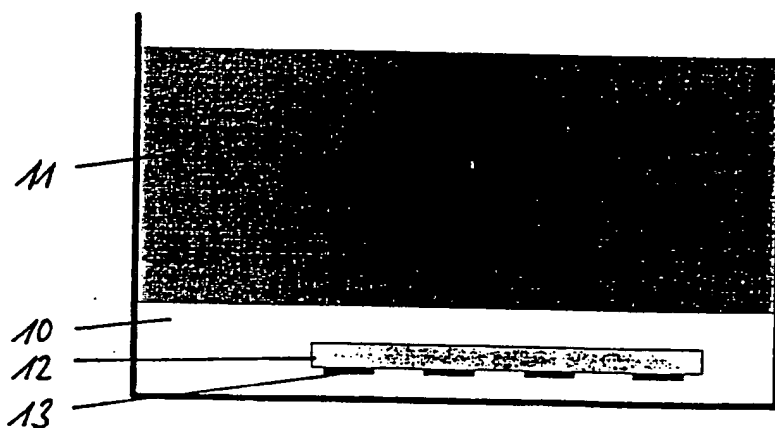


FIG. 2b

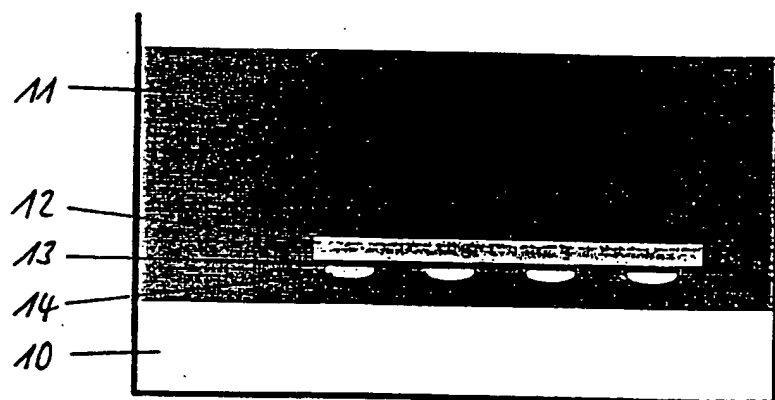


FIG. 2c

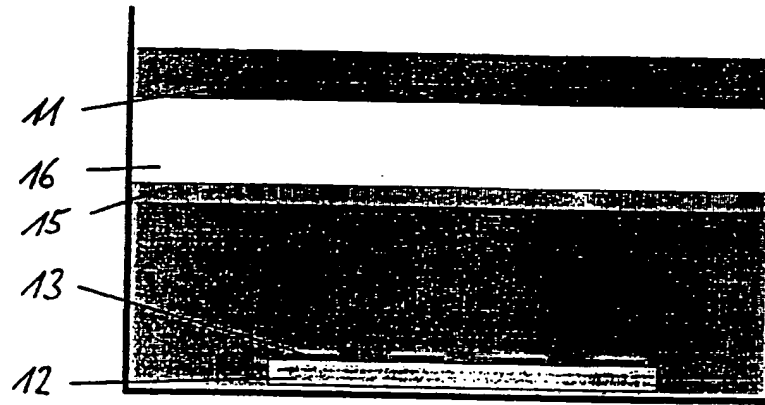


FIG. 3a

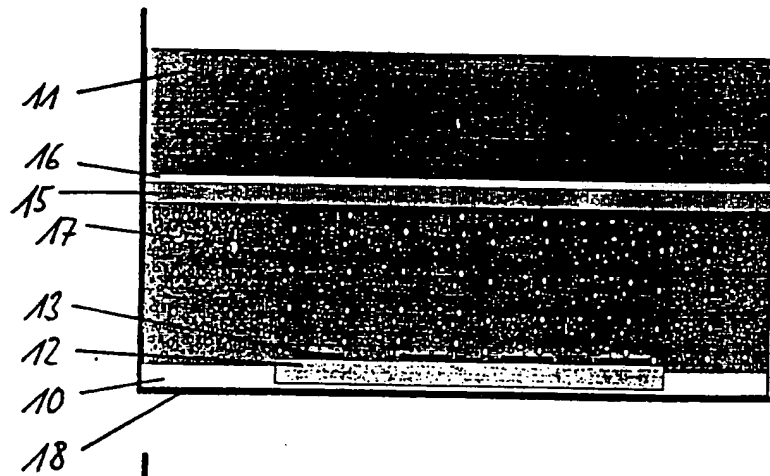


FIG. 3b

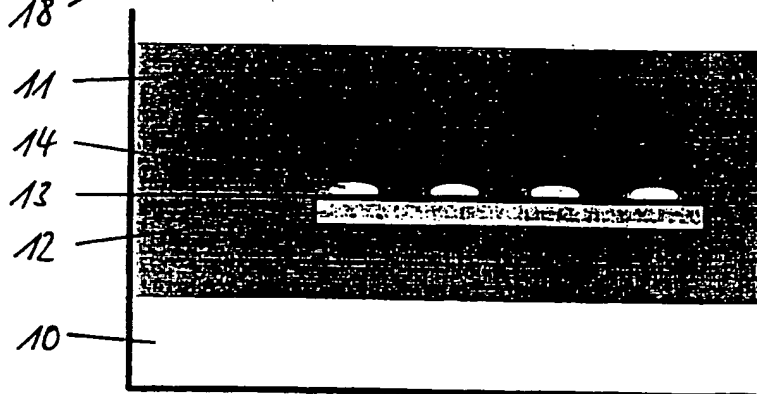
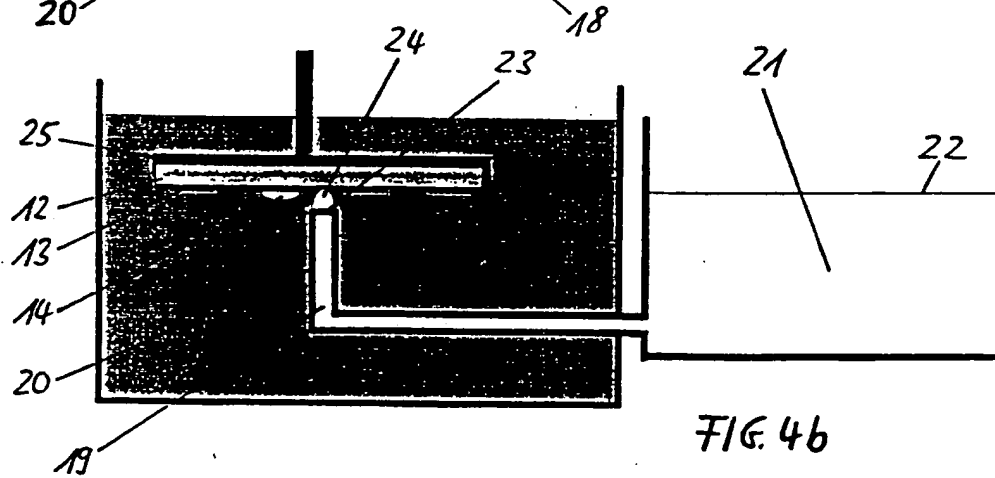
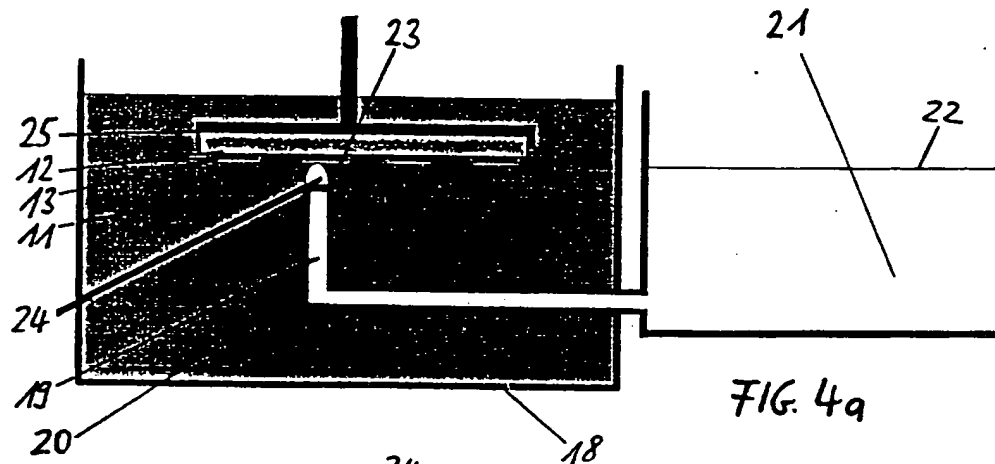


FIG. 3c



5/6

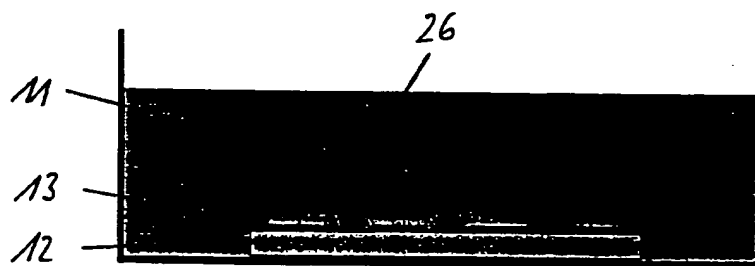
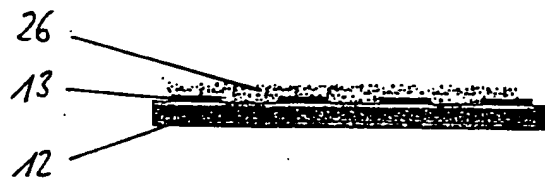


FIG. 5a

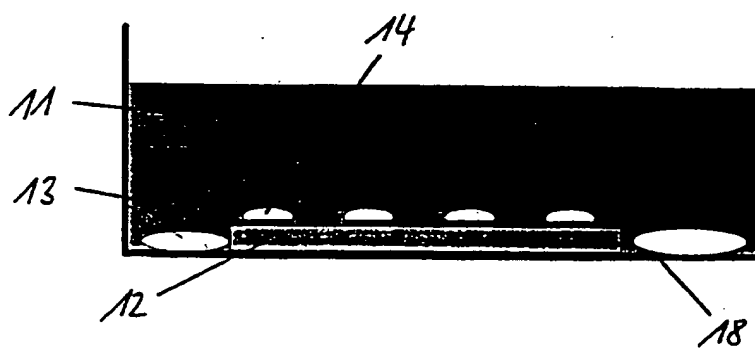


FIG. 5b

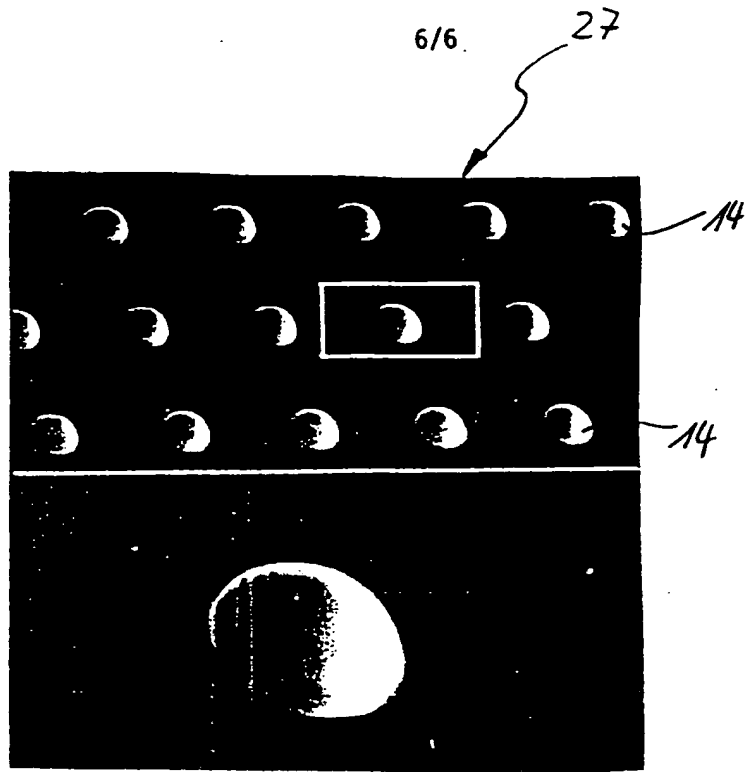


FIG. 6

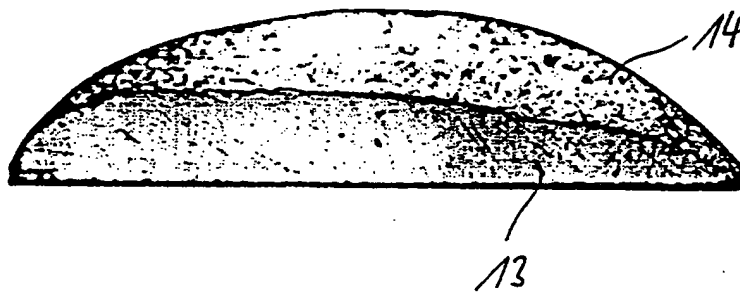


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 95/01209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B23K1/20 H05K3/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B23K H05K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE,A,34 33 844 (MEGATRONICS CORP.) 11 April 1985 see the whole document ---	1,2,4
A	US,A,5 125 560 (DEGANI ET AL.) 30 June 1992 see column 1, line 33 - line 47; examples 1,2 ---	1,2,6,9, 11
A	WELDING JOURNAL RESEARCH SUPPLEMENT, vol. 53, no. 7, July 1974 MIAMI (USA), pages 498-s-509-s, D.SCHOENTHALER 'Solder fusing with heated liquids' see the whole document ---	6,9
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 November 1995

Date of mailing of the international search report

27.12.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Herbreteau, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 95/01209

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16 no. 389 (E-1250) ,19 August 1992 & JP,A,04 127436 (SHARP CORP.) 28 April 1992, see abstract ---	2,6
A	EP,A,0 463 297 (ANT NACHRICHTENTECHNIK GMBH) 2 January 1992 see the whole document ---	1-11
A	WO,A,86 04002 (HUGHES AIRCRAFT CO.) 17 July 1986 see the whole document -----	1,2,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 95/01209

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3433844	11-04-85	US-A- 4563974	14-01-86
		FR-A- 2552295	22-03-85
		GB-A- 2147234	09-05-85
		JP-A- 60092067	23-05-85

US-A-5125560	30-06-92	EP-A- 0541282	12-05-93
		JP-A- 5218113	27-08-93

EP-A-0463297	02-01-92	DE-A- 4020048	02-01-92
		JP-A- 4233294	21-08-92

WO-A-8604002	17-07-86	GB-A, B 2178990	25-02-87
		JP-B- 2040425	11-09-90
		JP-T- 62501546	25-06-87

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen
PCT/DE 95/01209

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 B23K1/20 H05K3/34		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikations symbole) IPK 6 B23K H05K		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE,A,34 33 844 (MEGATRONICS CORP.) 11. April 1985 siehe das ganze Dokument ---	1,2,4
A	US,A,5 125 560 (DEGANI ET AL.) 30. Juni 1992 siehe Spalte 1, Zeile 33 - Zeile 47; Beispiele 1,2 ---	1,2,6,9, 11
A	WELDING JOURNAL RESEARCH SUPPLEMENT, Bd. 53, Nr. 7, Juli 1974 MIAMI (USA), Seiten 498-s-509-s, D.SCHOENTHALER 'Solder fusing with heated liquids' siehe das ganze Dokument ---	6,9
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. November 1995		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 27. 12. 95
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Herbreteau, D

2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen
PCT/DE 95/01209

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16 no. 389 (E-1250) ,19.August 1992 & JP,A,04 127436 (SHARP CORP.) 28.April 1992, siehe Zusammenfassung ---	2,6
A	EP,A,0 463 297 (ANT NACHRICHTENTECHNIK GMBH) 2.Januar 1992 siehe das ganze Dokument ---	1-11
A	WO,A,86 04002 (HUGHES AIRCRAFT CO.) 17.Juli 1986 siehe das ganze Dokument -----	1,2,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 95/01209

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-3433844	11-04-85	US-A- 4563974	14-01-86
		FR-A- 2552295	22-03-85
		GB-A- 2147234	09-05-85
		JP-A- 60092067	23-05-85

US-A-5125560	30-06-92	EP-A- 0541282	12-05-93
		JP-A- 5218113	27-08-93

EP-A-0463297	02-01-92	DE-A- 4020048	02-01-92
		JP-A- 4233294	21-08-92

WO-A-8604002	17-07-86	GB-A, B 2178990	25-02-87
		JP-B- 2040425	11-09-90
		JP-T- 62501546	25-06-87

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.